

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

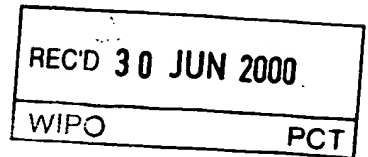
**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DE 00/819

EJU



09/926210

Bescheinigung

Die PCS PS – Systeme Entwicklungs- und Produktionsgesellschaft mbH & Co KG in Augsburg/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren und Einrichtung zum Nachstellen der Phase bei
Flachbildschirmen"

am 26. März 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Der Firmenname der Anmelderin wurde berichtigt in:

PCS PC – Systeme Entwicklungs- und Produktionsgesellschaft mbH & Co KG.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol G 09 G 5/12 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 25. Mai 2000

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Aktenzeichen: 199 13 916.4

Wehner

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Beschreibung

Verfahren und Einrichtung zum Nachstellen der Phase bei Flachbildschirmen

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Nachstellen der Phase zwischen dem Pixeltakt einer Grafikkarte und dem Abtasttakt eines Flachbildschirmes mit einer analogen Schnittstelle in einem Flachbildschirm-Grafikkarte-Rechner-System.

10

~~Flachbildschirme mit einer analogen Schnittstelle müssen an~~
die Grafikkarte des angeschlossenen Rechners angepaßt werden. Sind Phase oder Abtastfrequenz falsch eingestellt, erscheint das Bild unscharf und mit Interferenzen. Während für Standardmodi die Werte für Bildlage, das heißt Rechts-Links- und Oben-Unten-Einstellung, und Abtastfrequenz als voreingestellte Werte definiert werden können, ist dies für die Phase nicht möglich, da die Phase von der verwendeten Grafikkarte und auch von der Videoleitung abhängt.

15

20

Bei Flachbildschirmen nach dem Stand der Technik ist gewöhnlich ein Mikroprozessor vorgesehen, der die allgemeine Steuerung des Flachbildschirmes übernimmt. Dieser Mikroprozessor ist so konfiguriert, daß er auch den am Rechner eingestellten Videomodus erkennen kann. Wenn der Modus bereits fabrikseitig oder durch den Benutzer eingestellt worden ist, wird der Flachbildschirm mit den gespeicherten Einstellungen für Bildlage, Abtastfrequenz und Phase betrieben. Handelt es sich bei dem Modus hingegen um einen solchen, der in dem Mikroprozessor des Flachbildschirmes noch nicht implementiert ist, so werden Standardwert für Bildlage, Abtastfrequenz und Phase genommen. Diese Standardwerte sind nicht in allen Fällen befriedigend.

30

35

Die Einstellung des Abtasttaktes und der Phase haben eine unmittelbare Auswirkung auf die Bildqualität. Eine optimale Ab-

tastfrequenz ist dann gegeben, wenn die Abtastung sämtlicher Pixel beispielsweise einer Zeile eines Videosignals in einem stabilen oder charakteristischen Bereich dieser Pixel, beispielsweise in der Mitte jedes Pixels folgt. Dann bringt die Datenumsetzung optimale Resultate. Das gezeigte Bild hat keine Interferenzen und ist stabil. Mit anderen Worten ist die optimale Abtastfrequenz gleich der Pixelfrequenz. Wenn eine falsche Abtastfrequenz eingestellt ist, beispielsweise wenn der Abtasttakt im Vergleich zu dem Pixeltakt zu schnell ist, werden die Pixel anfänglich in dem zulässigen Bereich, das heißt in der Mitte zwischen zwei Flanken, abgetastet, die nachfolgenden Pixel werden jedoch immer mehr in Richtung ei-

ner Flanke abgetastet bis sogar der Bereich zwischen zwei Pixel abgetastet wird, was offensichtlich zu einer unbefriedigenden Bildqualität führt. Der Bereich, wo die Pixel nicht in einem optimalen, charakteristischen Bereich abgetastet werden, werden falsche Abtastwerte abgeleitet. Das Bild zeigt dann eine starke vertikale Interferenz. Je größer der Unterschied in der Frequenz zwischen dem Abtasttakt und dem Pixeltakt ist, desto mehr Bereiche mit vertikaler Interferenz sind auf dem Bildschirm sichtbar.

Jedoch auch in den Fällen, in denen der Abtasttakt identisch mit dem Pixeltakt ist, kann die Bildqualität leiden, wenn die Phase nicht richtig eingestellt ist. Der Grund besteht darin, daß die Abtastung in einem für die Abtastung nicht ideal geeigneten Bereich eines Pixels stattfindet, beispielsweise zu nahe an der vorderen oder hinteren Flanke eines Pixels. Dieses Problem kann dadurch gelöst werden, daß die Phase, das heißt der Abtastzeitpunkt, insgesamt verschoben wird, bis die Abtastung in einem charakteristischem oder zulässigem Bereich der Pixel erfolgt. Wenn die Phase nicht korrekt eingestellt ist, ist die Bildqualität auf dem gesamten Bildschirm durch Rauschsignale beeinträchtigt.

Es gibt bereits Flachbildschirme mit analoger Schnittstelle, bei denen die Einstellung der Phase automatisch durchgeführt wird. Bei einer automatischen Phasenlageneinstellung werden dabei meistens spezielle Testmuster mit abwechselnd weißen und schwarzen Bildpunkten benötigt, wobei das Testmuster von der Grafikkarte dargestellt werden muß. Dies hat den Nachteil, daß eine Software auf dem Rechner installiert und gestartet werden muß, und daß desweiteren diese Software für alle gängigen Betriebssysteme verfügbar sein muß.

10

Für einen befriedigenden Betrieb des Flachbildschirmes ist es auch erwünscht, daß die Phaseneinstellung auch über die Dauer stabil ist. Bekanntlich ist bei analogen Schnittstellen das analoge Interface nicht 100% stabil. So ändern sich beispielsweise die Laufzeiten und andere Charakteristiken mit der Temperatur. Diese Instabilität des analogen Inferface wirkt sich auch auf die Bildqualität bei dem Flachbildschirm aus. Mit anderen Worten ist selbst dann, wenn die Abtastphase beim Einschalten des Rechners richtig eingestellt wird, nach einer gewissen Zeit, beispielsweise 30 Minuten, die Phase eine Drift erfahren hat, die dann zu einer Verminderung der Bildqualität führt, was ebenfalls oft zu Rückfragen über die Hotline des Lieferanten führt.

15

20

Im Hinblick darauf liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Einrichtung zum Nachstellen der Phase bei Flachbildschirmen bereitzustellen, wodurch eine dauerhaft genaue Einstellung der Phase ermöglicht wird.

30

35

Zur Lösung dieser Aufgabe ist das erfindungsgemäße Verfahren dadurch gekennzeichnet, daß eine automatische Einstellung der Phase wiederholt durchgeführt wird. Bevorzugt ist dabei eine kontinuierliche oder periodische Einstellung der Phase. Mit anderen Worten wird während des Betriebs des Flachbildschirmes entweder kontinuierlich oder periodisch jeweils wiederholt die Phase nachgestellt, so daß eine Drift aufgrund von Temperaturschwankungen oder anderen Einflüssen auf den Flach-

bildschirm ausgeglichen wird. Der Flachbildschirm steht daher immer mit optimaler Bildqualität zur Verfügung.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die für den augenblicklichen Zustand des Systems erforderliche Phaseneinstellung nur an einzelnen Bildpunkten ermittelt, und die ermittelte Phaseneinstellung wird dann auf das gesamte Bild angewendet. Um die dem augenblicklichen Zustand des Systems angemessene Phaseneinstellung zu ermitteln, muß die Phase verstellbar sein. Wenn also eine derartige Einstellung während des Betriebs des Flachbild-

schirms durchgeführt werden soll, stünde der Flachbildschirm kurzzeitig während der Phaseneinstellung nicht zur Verfügung. Wenn jedoch die für die Phaseneinstellung erforderliche Verschiebung der Phase nur an einzelnen Bildpunkten stattfindet, wird das Bild nur an diesen einzelnen Bildpunkten kurzfristig gestört, was in der Praxis überhaupt nicht auffällt. Mit dieser Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann daher die Nachstellung der Phase während des Betriebs des Flachbildschirmes erfolgen.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß ein ausreichend heller Bildpunkt ausgewählt und die steigende Flanke eines Videoimpulses dieses Bildpunktes ermittelt wird, daß ein ausreichend heller Bildpunkt ausgewählt und die steigende Flanke eines Videoimpulses dieses Bildpunktes ermittelt wird, und daß die Phase so eingestellt wird, daß der Abtastzeitpunkt für das gesamte Bild in etwa in der Mitte zwischen der steigenden und der fallenden Flanke des Videoimpulses gelegt wird.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß die steigende Flanke eines Videoimpulses eines ausreichend hellen Bildpunktes ermittelt wird, und daß die Phase so eingestellt wird, daß der Ab-

tastzeitpunkt in etwa um eine halbe Bildpunktbreite in Richtung Pixelmitte verschoben wird.

5 Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß die fallende Flanke des Videoimpulses im einem ausreichend hellen Bildpunkt ermittelt wird, und daß die Phase so eingestellt wird, daß der Ab-
tastzeitpunkt in etwa in etwa um eine halbe Bildpunktbreite in Richtung Pixelmitte verschoben wird.

10 Während die Bildlage- und die Abtastfrequenzen relativ einfach durch einen Algorithmus ermittelt werden und entsprechend eingestellt werden können, ist die Phasenlage schwieriger zu ermitteln. Die drei zuletzt genannten Ausführungsbeispiele
15 des erfindungsgemäßen Verfahrens sind einfache und befriedigende Verfahren zur Einstellung der Phasen, wobei insbesondere keine Testmuster und keine entsprechende Software erforderlich sind, um die automatische Phaseneinstellung durchzuführen.

20 Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei der Bildbereich mit den Bildpunkten auf dem Flachbildschirm in Zeilen und Spalten zwischen einem Back-Porch-Bereich und einem Front-Porch-Bereich angeordnet sind,
25 ist dadurch gekennzeichnet, daß als ausreichend heller Bildpunkt für die Ermittlung der steigenden Flanke ein Bildpunkt in der ersten Bildspalte neben dem Back-Porch-Bereich und als ausreichend heller Bildpunkt für die Ermittlung der fallenden Flanke ein Bildpunkt in der ersten Bildspalte neben dem
30 Front-Porch-Bereich ausgewählt wird. Das Verfahren läßt sich besonders gut ausführen, wenn möglichst stark ausgeprägte Flanken ausgewertet werden beziehungsweise wenn nebeneinanderliegende Bereiche oder Punkte eine stark unterschiedliche Helligkeit haben. Daher eignet sich ein Punkt in der ersten
35 beziehungsweise letzten Bildspalte besonders gut, da er in Kombination mit dem Front- beziehungsweise Back-Porch-Bereich

den geforderten Bedingungen voll genügt und mit relativ geringem Aufwand gefunden werden kann.

5 Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß die Helligkeit mehrerer Bildpunkte der ersten beziehungsweise der letzten Bildspalte gemessen und die Bildpunkte mit der größten oder ausreichenden Helligkeit in der ersten beziehungsweise letzten Bildspalte für die Bestimmung der steigenden beziehungsweise fallenden Flanke des Videoimpulses ausgewählt werden. So wird
10 sichergestellt, daß Bildpunkte mit ausreichend ausgeprägten Flanken für die Messung verwendet werden.

15 Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß zunächst die Bildpunkte $(n \times k)$ mit $n = 1, 2, \dots, N$ und $k = \text{Konstante}$, beispielsweise 10, gemessen werden, und daß, wenn kein ausreichend heller Bildpunkt gefunden wurde, die Bildpunkte $(n + m) \times k$ mit $m = 1, 2, \dots, N$ gemessen werden, bis ein ausreichend heller Bildpunkt gefunden ist. Dadurch wird eine Suche nach geeigneten
20 Bildpunkten effizient und in kürzester Zeit durchgeführt.

5 Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung der Amplitudenwerte der ausgewählten Bildpunkte die Phasen an diesen Bildpunkten verschoben werden, bis die gemessenen Amplitudenwerte sich nicht mehr signifikant verändern, und daß die dann ermittelten Amplitudenwerte weiter verarbeitet wird.

30 Alternativ ist eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens dadurch gekennzeichnet, daß die bei der Ermittlung des Amplitudenwertes verwendete Phase soweit vorgezogen wird, bis die gemessenen Amplitudenwerte kleiner als ein vorgegebener Grenzwert, beispielsweise kleiner als 50
35 % des Amplitudenwertes, sind, daß die Phase um eine halbe Punktbreite verzögert wird, und daß der dann gemessene Amplitudenwert weiter verarbeitet wird.

Die beiden zuletzt genannten Ausgestaltungen des erfindungs-
gemäßen Verfahrens sind einfache Lösungen, um die Helligkeit
des Bildpunktes als Voraussetzung für die Ermittlung der Lage
5 der steigenden und der fallenden Flanke des Bildpunktes zu
ermitteln.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist da-
durch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung der steigenden Flan-
10 ke der ausgewählten Bildpunkte die Phase an dem ausgewählten
Bildpunkt soweit in Richtung Back-Porch-Bereich verschoben
wird, bis der gemessene Amplitudenwert auf einen vorgegebenen
Prozentsatz, beispielsweise 50 % des vorher ermittelten Am-
plitudenwertes, abfällt, und daß dieser Wert der Phase als
15 Ort der steigenden Flanke zwischengespeichert wird. Desweite-
ren ist eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung dadurch
gekennzeichnet, daß zur Ermittlung der fallenden Flanke der
ausgewählten Bildpunkte die Phase an dem ausgewählten Bild-
punkt soweit in Richtung des Front-Porch-Bereiches verschoben
20 wird, bis der gemessene Amplitudenwert auf einen vorgegebenen
Prozentsatz, beispielsweise 50 % des vorher ermittelten Am-
plitudenwertes, abfällt und daß dieser Wert der Phase als Ort
der fallenden Flanke zwischengespeichert wird. Auf diese Art
und Weise werden die steigende und fallende Flanke von zwei
5 Bildpunkten in einfacher Weise ermittelt, und die Phase kann
dann so eingestellt werden, daß sie zwischen der steigenden
und der fallenden Flanke in etwa in der Mitte eines Bildpunk-
tes liegt.

30 Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist da-
durch gekennzeichnet, daß die Phase beziehungsweise der Ab-
tastzeitpunkt gegenüber der Mitte zwischen der steigenden und
der fallenden Flanke um einen vorgegebenen Betrag beispiels-
weise 10 % der Bildpunktbreite, verzögert wird. Dies ist ins-
35 besondere bei schellen Videosignalen mit Überschwingern vor-
teilhaft, da vermieden wird, daß die Abtastung im Bereich des
Überschwingers erfolgt.

Zur Lösung der oben genannten Aufgabe ist die Einrichtung zum Nachstellen der Phase zwischen dem Pixeltakt einer Grafikkarte und dem Abtasttakt eines Flachbildschirmes mit einer analogen Schnittstelle in einem Flachbildschirm-Grafikkarte-Rechner-System, gekennzeichnet durch eine Einrichtung, durch die eine automatische Einstellung der Phase wiederholt, vorzugsweise kontinuierlich oder periodisch, durchgeführt wird.

- 5
10 Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Einrichtung ist gekennzeichnet durch eine Einrichtung, die ~~die steigende Flanke eines Videoimpulses eines ausreichend~~ hellen Bildpunktes ermittelt, einer Einrichtung, die die fallende Flanke des Videoimpulses in einem ausreichend hellen Bildpunkt ermittelt, und eine Einstelleinrichtung, mit der
15 die Phase so eingestellt wird, daß der Abtastzeitpunkt in etwa in der Mitte zwischen der steigenden und der fallenden Flanke eines Videoimpulses gelegt wird.

- 20 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens beziehungsweise der erfindungsgemäßen Einrichtung sind aus den restlichen Unteransprüchen ersichtlich.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nun anhand der beiliegenden Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 ein Blockschaltbild eines über eine analoge Schnittstelle an die Grafikkarte eines Rechnersystems anschließbaren Flachbildschirmes;

- 30 Figur 2 schematisch ein Horizontal-Synchronsignal und einen Kanal eines Videosignals, beispielsweise das R-Videosignal (R = Rote Farbe);

Figur 3 schematisch das Horizontal-Synchronsignal und mehrere Zeilen eines Kanals eines Videosignals;

- 35 Figuren 4A und 4B schematische Darstellungen von Videosignalen;

Figur 5 eine schematische Darstellung der steigenden und fallenden Flanke von Bildpunkten eines Videosignals; und Figuren 6A und 6B schematisch zwei ideale Videosignale und die Auswirkung der Lage des Abtastimpulses in Relation zu dem Videosignal.

Die Figur 1 zeigt eine Steuerschaltung für einen über eine analoge Schnittstelle anschließbaren Flachbildschirm, deren Funktion im folgenden anhand der verschiedenen Eingangssignale und deren Aufbereitung näher erläutert werden soll. Am Eingang der Steuerschaltung liegen einerseits das aus den drei Farbsignalen R, G, B bestehende Videosignal und andererseits die beiden Synchronisierungssignale H-sync und V-sync für die horizontale und vertikale Bildsynchronisation. H-sync und V-sync werden digital übertragen, wobei die Signalspannung 0 V bzw. > 3 V beträgt. V-sync signalisiert, daß die erste Zeile eines Bildes übertragen wird. Dieses Signal entspricht also der Bildwiederholfrequenz und liegt typischerweise im Bereich zwischen 60 und 85 Hz. H-sync signalisiert, daß eine neue Bildzeile übertragen wird. Dieses Signal entspricht der Zeilenfrequenz und liegt üblicherweise bei 60 kHz.

Das aus den Farbsignalen R, G, B bestehende Videosignal ist ein analoges Signal. Die Signalspannung liegt im Bereich von 0 V und 0,7 V. Der Pixeltakt, d.h. die Frequenz mit dem sich der Wert dieser Spannung ändern kann, liegt bei 80 MHz. Da pro Bildzeile eine gewisse Anzahl von Bildpunkten übertragen wird, ist der Pixeltakt um die Anzahl dieser Punkte höher als die Zeilenfrequenz (H-sync).

Die drei Farbsignale R, B, G des Videosignals werden über einen Videoverstärker VA jeweils einem Analog-Digital-Wandler ADCR, ADCG und ADCB zugeführt. Die beiden Synchronisierungssignale H-sync und V-sync werden in getrennten Schaltungen H-Sy, V-Sy dahingehend aufbereitet, dass die durch die Übertragung und durch verschiedene EMV-Maßnahmen verschliffenen Si-

gnalflanken wieder aufgefrischt werden. Diese insoweit aufbereiteten Synchronisierungssignale H-sync bzw. V-sync werden anschließend einem Mikroprozessor μP zugeführt. Dieser Mikroprozessor μP mißt deren Frequenz und ermittelt daraus die in der Grafikkarte des Rechnersystems eingestellte Auflösung. Die zu der Auflösung jeweils gespeicherten Daten werden anschließend an einen Phasenregelkreis PLL sowie parallel dazu an eine in Form eines ASIC realisierte Logikschaltung zur Aufbereitung und Verarbeitung der digitalen Daten übergeben.

Der Phasenregelkreis PLL multipliziert die Frequenz des Synchronisierungssignals H-sync mit dem ihr vom Mikroprozessor μP übergebenen Wert. Hierdurch wird die Abtastfrequenz (Pixeltakt) gewonnen. Aufgrund einer im Phasenregelkreis PLL verursachten Verzögerungszeit ergibt sich ein Phasenunterschied zwischen Pixeltakt und Abtastfrequenz. Diese beiden Parameter kann man über die OSD-Anzeige am Bildschirm beeinflussen. Die im Phasenregelkreis gewonnene Abtastfrequenz wird ausserdem den drei Analog/Digital-Wandlern ADCR, ADCG, ACDB zugeführt. Diese wandeln den analogen Datenstrom in einen digitalen Datenstrom um. Die digitalisierten Daten werden schließlich in der nachfolgenden Logikschaltung ASIC mit Hilfe der in einem Videospeicher VM enthaltenen Daten weiterverarbeitet. Während die Daten im einfachsten Fall 1 : 1 an den an die Logikschaltung ASIC anschließbaren Flachbildschirm übertragen werden, wird der Videospeicher VM oft benutzt, um eine zeitliche Entkopplung zwischen den kommenden und den an den Flachbildschirm D zu übertragenden Daten zu erreichen. Für die Interpolation niedriger Auflösungen wird ebenfalls auf die im Videospeicher VM abgelegten Daten zurückgegriffen.

Figur 2 zeigt das Horizontal-Synchronsignal H-sync und ein Videosignal eines Kanals, beispielsweise eines roten Farbkannels, R. Das Videosignal ist in Fig. 2 so gewählt, daß abwechselnd helle und dunkle Bildpunkte dargestellt sind. Die gestrichelten Linien auf dem Videosignal zeigen die idealen Abtastzeitpunkte oder die ideale Phase für die Digitalisie-

5 rung der analogen Videodaten. Die gestrichelten Flächen auf
den ersten beiden Bildpunkten stellen den gerade noch zuläs-
sigen Bereich der Phase dar, für die eine noch korrekte Abta-
stung erzielt wird. Nach dem Abgleich der Phase liegt diese
daher auf den gestrichelten Linien. Bei einer Auflösung von
beispielsweise von 1024 x 768 Bildpunkten (XGA) und 75 Hz
Bildwiederholfrequenz wird bereits bei einer Phasenverschie-
bung von 4 ns eine unscharfe und stark grieselnde Darstellung
erhalten. Daher ist der Abgleich der Phase für eine gute
10 Bildqualität entscheidend.

15 ~~Figur 3 zeigt, wie die für die Regelung unerlässliche Aussage~~
über die Phasenlage gewonnen wird, indem der ideale Ab-
tastzeitpunkt für eine Verschiebung der Phase ermittelt wird.
Wenn die Phase kontinuierlich ermittelt wird und sich die Er-
mittlung der Phasenlage auf das gesamte Bild beziehen würde,
würde dies ohne zusätzlichen Aufwand erhebliche Bildstörungen
hervorrufen. Die Bildstörungen treten deshalb auf, weil die
Phase des Pixeltakts verschoben werden muß, um aus den ver-
20 schiedenen Phasenlagen die günstigste zu ermitteln. Wenn aus-
schließlich die Phase des zu untersuchenden Bildbereiches,
vorzugsweise eines einzelnen Bildpunktes, verändert wird,
während alle anderen Punkte weiterhin mit veränderter Phase
abgetastet werden, ist eine Bildstörung nicht wahrnehmbar, da
sie sich auf diesen sehr kleinen Bereich beschränkt.

30 In Figur 3 sind mehrere Zeilen des Videosignals dargestellt,
wobei die Information über die ideale Phase, beispielsweise
durch das unten beschriebene Verfahren zum automatischen Pha-
senabgleich, erfolgt. Die zwei Bildpunkte, anhand derer die
steigende und fallende Flanke ermittelt werden sollen, seien
der erste Bildpunkt in der Zeile B und der letzte Bildpunkt
in Zeile Y, wobei die Zeilen A, B, Y und Z beliebige Bildzei-
len darstellen sollen. Die zur Ermittlung des idealen Ab-
35 tastzeitpunktes notwendige Phase soll sich auf jeweils einen
dieser zwei Punkte beschränken, während alle anderen Bild-
punkte weiterhin mit der aktuellen Phaseneinstellung abgeta-

stet werden. Dazu ist lediglich erforderlich, daß die Regelung Zugriff auf die von den A/D-Wandlern gelieferten Daten hat, und daß die Phase selektiv für einen einzigen, von der Regelung festzulegenden Bildpunkt vorgezogen oder verzögert werden kann.

Aus den Darstellungen der Figuren 4A und 4B ist ebenfalls zu ersehen, daß die Phase der Abtastung des Videosignals eine große Rolle bei der Bildqualität spielt, und daß die Phase in vielen Fällen bei unterschiedlichen Videosignalen an entsprechend unterschiedlichen Stellen liegen muß. So zeigt Figur 4A ein schnelles Videosignal mit Überschwinger, wobei der Bereich der Abtastung zwischen der steigenden und der fallenden Flanke des Videosignals verhältnismäßig schmal ist und in Richtung zur fallenden Flanke verschoben ist. Demgegenüber zeigt Figur 4B ein träges Videosignal ohne Überschwinger, wobei der Bereich für die Abtastung zwischen der steigenden Flanke und der fallenden Flanke relativ breit und im wesentlichen zentriert ist. Bei Betrachtung der beiden Signale ist ersichtlich, daß es Phasenlagen gibt, beispielsweise am rechten Rand im Bereich der fallenden Flanke bei dem trägen Videosignal, bei denen die gemessenen Amplitudenwerte bei dem trägen Videosignal nicht mehr brauchbar sind, während bei derselben Phasenlage bei dem schnellen Videosignal noch brauchbare Amplitudenwerte gemessen werden. Andererseits ist ersichtlich, daß die ideale Phasenlage in etwa in der Mitte zwischen der steigenden und der fallenden Flanke des Videosignales liegt und auch auf diesen Wert eingestellt werden muß. Daher ist die Einstellung der Phase in Abhängigkeit von dem jeweiligen System so wichtig.

Wie bereits erwähnt wurde, ist die automatische Phaseneinstellung schwieriger zu bewerkstelligen als die Einstellungen der übrigen Parameter. Anhand der weiteren Figuren wird nun beschrieben, wie eine derartige automatische Einstellung vorgenommen werden kann.

Wie die Figur 5 zeigt, wird bei der Ermittlung der Phasenlage von den Flanken der Videosignale ausgegangen. Um eine Flanke ermitteln zu können, ist es von Vorteil wenn diese möglichst stark ausgeprägt ist. Dies ist der Fall, wenn das Signal vor der Flanke möglichst gering und hinter der Flanke stark ausgeprägt ist, oder umgekehrt. Die erste Forderung wird durch die Abtastlücke Back- und Front-Porch-Bereich ideal erfüllt, die zweite durch einen hellen Bildpunkt. Ein heller Bildpunkt am Anfang einer Zeile eignet sich demnach sehr gut um die steigende, einer am Ende einer Zeile, um die fallende Flanke zu ermitteln.

Daß es sich dabei um Flanken zweier unterschiedlicher Punkte handelt, die sich womöglich auf unterschiedlichen Bildzeilen befinden, ist unerheblich, weil der Pixel- und Abtasttakt bekannt ist und entsprechend berücksichtigt werden kann. Die gewählten Bildpunkte sollten in mindestens einer Grundfarbe (RGB) eine ausreichend hohe Intensität aufweisen, damit eine in ihrer Amplitude ausreichend große Flanke vorgefunden wird.

Grundsätzlich eignet sich jede Kombination aus einem hellen und einem dunklen Bildpunkt, die an beliebiger Stelle im Videosignal liegen können, um die Flanken zu ermitteln. In den meisten Fällen kann durch die Kombination aus Front/Back-Porch-Bereich und einem hellen Bildpunkt in der ersten/letzten Bildspalte die gesuchten Flanken ermittelt werden. Ein Durchsuchen des gesamten Bildinhaltes nach zwei geeigneten Punktepaaren entfällt dann.

Wie bereits weiter oben verdeutlicht, ist der ideale Bereich für die Abtastung des Videosignals derjenige, in dem Soll und Ist-Wert des Signals weitgehend übereinstimmen. Die Messung der Amplitude des Videosignales im Bereich der Flanke ist jedoch schwer möglich. Der Grund hierfür liegt im Jitter des Videosignales und des Abtastimpulses. Ist dieser gegenüber der Anstiegs- bzw. Abfallzeit des Videosignals groß, kann durch Mittelung mehrerer Messungen die Flanke zwar gefunden

werden, eine Aussage über die Amplitude der Flanke an der gemessenen Stelle kann jedoch nicht getroffen werden.

Die Figuren 6B und 6B verdeutlichen die Problematik bei der Erfassung der Flanken. In die idealen Videosignale sind gestrichelte Linien eingefügt, die den gewünschten Abtastzeitpunkt darstellen. Die schraffierte Fläche stellt den durch den Jitter bei verschiedenen Messungen tatsächlich abgetasteten Bereich dar. Würden die gemessenen Werte gemittelt, ergibt sich im ersten Fall ein Durchschnittswert von ca. 80 %. Diesen gemittelten Wert könnte man fälschlicherweise so interpretieren, daß man sich auf der Anstiegsflanke befindet und zwar genau auf der Stelle, an der diese 80 % der Amplitude erreicht hat. Dies ist jedoch nicht der Fall. Im zweiten Fall wäre die Aussage 50 %, was schon eher zutrifft.

Aus diesen Ergebnissen ist einsichtig, daß es wegen des Jitters kaum möglich sein wird, die Stelle der Flanke zu ermitteln, an der diese einen bestimmten Wert erreicht hat. Den kleinsten Fehler wird man meist dann machen, wenn man durch Mittelung der Meßwerte auf ca. 50 % des Sollwertes kommt. Selbstverständlich können auch andere Werte gesucht werden. Kleinere Werte haben beispielsweise den Vorteil, daß die tatsächliche Amplitude des Bildpunktes weniger genau ermittelt werden muß.

Im folgenden wird davon ausgegangen, daß die Bildlage und die Abtastfrequenz bereits korrekt eingestellt sind. Zudem soll ein Zugriff auf die Daten der A/D Wandler möglich sein. Die steigende Flanke und die fallende Flanke werden wie folgt ermittelt, wobei folgende Schritte durchgeführt werden.

Steigende Flanke

1. Einen Punkt in der ersten Bildspalte suchen, der einen ausreichend hohen, möglichst maximalen R, G oder B Wert aufweist.

2. Da die Phase in 1. so voreingestellt gewesen sein könnte, daß die Messung fehlerhaft ist, kann der tatsächliche Wert der Amplitude höher sein. Den tatsächlichen Wert der Amplitude durch eine Messung an geeignetem Abtastzeitpunkt ermitteln, indem die Phase verzögert wird, bis die gemessenen Amplitudenwerte nicht mehr weiter ansteigen oder indem die Phase zuerst so weit vorgezogen wird, bis die gemessenen Amplitudenwerte sehr niedrig sind und dieser Wert der Phase, der den Anfang der Flanke markiert, noch um die halbe Pixelbreite verzögert wird.

3. Die Phase so weit in Richtung Back-Porch verschieben, bis der über mehrere Messungen gemittelte Abtastwert auf ca. 50 % des in 2. ermittelten Wertes abfällt. Diesen Wert der Phase zwischenspeichern, da sich hier die steigende Flanke befindet.

Fallende Flanke

4. Einen Punkt in der letzten Bildspalte suchen, der einen ausreichend hohen, möglichst maximalen R, G und B Wert aufweist. Um möglichst genaue Meßwerte zu erhalten, sollte die Phase vor der Abtastung auf den in 2. gefundenen Wert eingestellt werden.

5. Die Phase so weit in Richtung Front-Porch verschieben, bis der gemittelte Abtastwert auf ca. 50 % des in 4. ermittelten Wertes abfällt. An diesem Punkt befindet sich die fallende Flanke.

Alternativ kann der Abtastzeitpunkt auch dadurch ermittelt werden, daß die steigende Flanke eines Videoimpulses eines ausreichend hellen Bildpunktes ermittelt wird, und daß die Phase so eingestellt wird, daß der Abtastzeitpunkt in etwa um eine halbe Bildpunktbreite in Richtung Pixelmitte verschoben wird, oder daß alternativ die fallende Flanke des Videoimpul-

ses im einem ausreichend hellen Bildpunkt ermittelt wird, und daß die Phase so eingestellt wird, daß der Abtastzeitpunkt in etwa in etwa um eine halbe Bildpunktbreite in Richtung Pixelmitte verschoben wird. Dann vereinfachen sich die oben beschriebenen Schritte 1 bis 5 entsprechend.

Der ideale Abtastzeitpunkt liegt theoretisch genau zwischen den zwei Flanken. In der Praxis kann es von Vorteil sein, nicht genau in der Mitte zwischen den zwei Flanken, sondern leicht verzögert abzutasten, um eventuellen Überschwingern der Grafikkarte auszuweichen, sowie dem oft leicht exponentiellen Charakter der Flanken Rechnung zu tragen.

Die hardwaremäßige Ausführung der Erfindung umfaßt eine Einrichtung, die die steigende Flanke eines Videoimpulses eines ausreichend hellen ermittelt, einer Einrichtung, die die abfallende Flanke des Videoimpulses in einem ausreichend hellen Bildpunkt ermittelt, eine Einstelleinrichtung, mit der die Phase so eingestellt wird, daß der Abtastzeitpunkt in etwa in der Mitte zwischen der steigenden und der fallenden Flanke eines Videoimpulses gelegt wird, und eine Einrichtung, um die Phase zur Ermittlung des Abtastwertes des Bildpunktes zu verschieben, bis die gemessenen Amplitudenwerte sich nicht mehr signifikant unterscheiden, wobei der dann ermittelte Abtastwert weiter verarbeitet wird.

Weiterhin ist eine Einrichtung vorgesehen, die die bei der Ermittlung des Abtastwertes verwendete Phase soweit vorzieht, bis die gemessenen Amplitudenwerte kleiner als ein vorgegebener Grenzwert, beispielsweise kleiner als 50 % des Abtastwertes sind und durch eine Einrichtung, die die Phase dann um eine halbe Bildpunktbreite verzögert, wobei der dann gemessene Abtastwert weiter verarbeitet wird.

Schließlich ist eine Einrichtung, die die Phase zur Ermittlung der steigenden Flanke soweit in Richtung Back-Porch-Bereich verschiebt, bis der gemessene Amplitudenwert auf ei-

nen vorgegebenen Prozentsatz, beispielsweise 50 % des vorher
ermittelten Amplitudenwertes, abfällt, wobei dieser Wert der
Phase als Ort der steigenden Flanke zwischengespeichert wird,
und eine Einrichtung vorgesehen, die die Phase zur Ermittlung
5 der fallenden Flanke soweit in Richtung des Front-Porch-
Bereiches schiebt, bis der gemessene Amplitudenwert auf einen
vorgegebenen Prozentsatz beispielsweise 50 % des vorher er-
mittelten Amplitudenwertes, abfällt, wobei dieser Wert der
Phase als Ort der fallenden Flanke zwischengespeichert wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Nachstellen der Phase zwischen dem Pixeltakt einer Grafikkarte und dem Abtasttakt eines Flachbildschirmes mit einer analogen Schnittstelle in einem Flachbildschirm-Grafikkarte-Rechner-System, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t, daß eine automatische Einstellung der Phase wiederholt durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t, daß die automatische Einstellung der Phase kontinuierlich durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t, daß die automatische Einstellung der Phase periodisch durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die für den augenblicklichen Zustand des Systems erforderliche Phaseneinstellung nur an einzelnen Bildpunkten ermittelt wird, und daß die ermittelte Phaseneinstellung dann auf das gesamte Bild angewendet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t, daß ein ausreichend heller Bildpunkt ausgewählt und die steigende Flanke eines Videoimpulses dieses Bildpunktes ermittelt wird, daß ein ausreichend heller Bildpunkt ausgewählt und die steigende Flanke eines Videoimpulses dieses Bildpunktes ermittelt wird, und daß die Phase so eingestellt wird, daß der Abtastzeitpunkt für das gesamte Bild in etwa in der Mitte zwischen der steigenden und der fallenden Flanke des Videoimpulses gelegt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t, daß die steigende Flanke eines Videoimpulses eines ausreichend hellen Bildpunktes ermittelt wird, und daß die Phase so eingestellt wird, daß der Abtastzeitpunkt in et-

wa um eine halbe Bildpunktbreite in Richtung Pixelmitte verschoben wird.

7. Verfahren nach Anspruch 4, d a d u r c h g e k e n n -
5 z e i c h n e t, daß die fallende Flanke des Videoimpulses im
einem ausreichend hellen Bildpunkt ermittelt wird, und daß
die Phase so eingestellt wird, daß der Abtastzeitpunkt in et-
wa in etwa um eine halbe Bildpunktbreite in Richtung Pixel-
mitte verschoben wird.

10

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei der
~~Bildbereich mit den Bildpunkten auf dem Flachbildschirm in~~
Zeilen und Spalten zwischen einem Back-Porch-Bereich und ei-
nem Front-Porch-Bereich angeordnet sind, d a d u r c h g e -
15 k e n n z e i c h n e t, daß als ausreichend heller Bildpunkt
für die Ermittlung der steigenden Flanke ein Bildpunkt in der
ersten Bildspalte neben dem Back-Porch-Bereich und als aus-
reichend heller Bildpunkt für die Ermittlung der fallenden
Flanke ein Bildpunkt in der ersten Bildspalte neben dem
20 Front-Porch-Bereich ausgewählt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Helligkeit mehrerer
Bildpunkte der ersten beziehungsweise der letzten Bildspalte
gemessen und die Bildpunkte mit der größten Helligkeit in der
ersten beziehungsweise letzten Bildspalte für die Bestimmung
der steigenden beziehungsweise fallenden Flanke des Videoim-
pulses ausgewählt werden.

30 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß zunächst die Bildpunkte $(n \times k)$
mit $n = 1, 2, \dots, N$ und $k = \text{Konstante}$, beispielsweise 10,
gemessen werden, und daß, wenn kein ausreichend heller Bild-
punkt gefunden wurde, die Bildpunkte $(n + m) \times k$ mit $m =$
35 1, 2, \dots, N gemessen werden, bis ein ausreichend heller Bild-
punkt gefunden ist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß zur Ermittlung der Amplitu-
denwerte der ausgewählten Bildpunkte die Phasen an diesen
Bildpunkten verschoben werden, bis die gemessenen Amplituden-
5 werte sich nicht mehr signifikant verändern, und daß die dann
ermittelten Amplitudenwerte weiter verarbeitet wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß die bei der Ermittlung der
10 Amplitudenwerte verwendete Phase soweit vorgezogen wird, bis
die gemessenen Amplitudenwerte kleiner als ein vorgegebener
Grenzwert, beispielsweise kleiner als 50 % des Amplitudenwer-
tes, sind, daß die Phase um eine halbe Punktbreite verzögert
wird, und daß der dann gemessene Amplitudenwert weiter verar-
15 beitet wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß zur Ermittlung der steigen-
den Flanke der ausgewählten Bildpunkte die Phase an dem aus-
20 gewählten Bildpunkt soweit in Richtung Back-Porch-Bereich
verschoben wird, bis der gemessene Amplitudenwert auf einen
vorgegebenen Prozentsatz, beispielsweise 50 % des vorher er-
mittelten Amplitudenwertes, abfällt, und daß dieser Wert der
Phase als Ort der steigenden Flanke zwischengespeichert wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß zur Ermittlung der fallenden
Flanke der ausgewählten Bildpunkte die Phase an dem ausge-
wählten Bildpunkt soweit in Richtung des Front-Porch-
30 Bereiches verschoben wird, bis der gemessene Amplitudenwert
auf einen vorgegebenen Prozentsatz, beispielsweise 50 % des
vorher ermittelten Amplitudenwertes, abfällt und daß dieser
Wert der Phase als Ort der fallenden Flanke zwischengespei-
chert wird.

35

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Phase beziehungsweise

der Abtastzeitpunkt gegenüber der Mitte zwischen der steigenden und der fallenden Flanke um einen vorgegebenen Betrag beispielsweise 10 % der Bildpunktbreite, verzögert wird.

- 5 16. Einrichtung zum Nachstellen der Phase zwischen dem Pixel-
takt einer Grafikkarte und dem Abtasttakt eines Flachbild-
schirmes mit einer analogen Schnittstelle in einem Flachbild-
schirm-Grafikkarte-Rechner-System, g e k e n n z e i c h -
n e t durch eine Einrichtung, durch die eine automatische
10 Einstellung der Phase wiederholt durchgeführt wird.

-
17. Einrichtung nach Anspruch 16, g e k e n n z e i c h -
n e t durch eine Einrichtung, durch die eine automatische
Einstellung der Phase kontinuierlich oder periodisch durchge-
15 führt wird.

18. Einrichtung nach Anspruch 16 oder 17, g e k e n n -
z e i c h n e t durch eine Einrichtung, durch die die für den
augenblicklichen Zustand des Systems erforderliche Phasenein-
20 stellung nur an einzelnen Bildpunkten ermittelt wird, und
durch die die ermittelte Phaseneinstellung dann auf das ge-
samte Bild angewendet wird.

19. Einrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, g e -
5 k e n n z e i c h n e t durch eine Einrichtung, die die
steigende Flanke eines Videoimpulses eines ausreichend hellen
Bildpunktes ermittelt, einer Einrichtung, die die fallende
Flanke des Videoimpulses in einem ausreichend hellen Bild-
punkt ermittelt, und eine Einstelleinrichtung, mit der die
30 Phase so eingestellt wird, daß der Abtastzeitpunkt in etwa in
der Mitte zwischen der steigenden und der fallenden Flanke
eines Videoimpulses gelegt wird.

20. Einrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, g e -
35 k e n n z e i c h n e t durch eine Einrichtung, die die stei-
gende Flanke eines Videoimpulses eines ausreichend hellen
Bildpunktes ermittelt, und eine Einstelleinrichtung, mit der

die Phase so eingestellt wird, daß der Abtastzeitpunkt in etwa in etwa um eine halbe Bildpunktbreite in Richtung Pixelmitte verschoben wird.

- 5 21. Einrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, gekennzeichnet durch eine Einrichtung, die die fallende Flanke des Videoimpulses in einem ausreichend hellen Bildpunkt ermittelt, und eine Einstelleinrichtung, mit der die Phase so eingestellt wird, daß der Abtastzeitpunkt in etwa in etwa um eine halbe Bildpunktbreite in Richtung Pixelmitte verschoben wird.
- 10

-
- 15 22. Einrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, gekennzeichnet durch eine Einrichtung, um die Phase zur Ermittlung des Abtastwertes des Bildpunktes zu verschieben, bis die gemessenen Amplitudenwerte sich nicht mehr signifikant unterscheiden, wobei der dann ermittelte Abtastwert weiter verarbeitet wird.

- 20 23. Einrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, gekennzeichnet durch eine Einrichtung, die die bei der Ermittlung des Abtastwertes verwendete Phase soweit vorzieht, bis die gemessenen Amplitudenwerte kleiner als ein vorgegebener Grenzwert, beispielsweise kleiner als 50 % des Abtastwertes sind und durch eine Einrichtung, die die Phase dann um eine halbe Bildpunktbreite verzögert, wobei der dann gemessene Abtastwert weiter verarbeitet wird.

- 25 24. Einrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, gekennzeichnet durch eine Einrichtung, die die Phase zur Ermittlung der steigenden Flanke soweit in Richtung Back-Porch-Bereich verschiebt, bis der gemessene Amplitudenwert auf einen vorgegebenen Prozentsatz, beispielsweise 50 % des vorher ermittelten Amplitudenwertes, abfällt, wobei dieser Wert der Phase als Ort der steigenden Flanke zwischengespeichert wird.
- 30
- 35

25. Einrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, g e -
k e n n z e i c h n e t durch eine Einrichtung, die die Pha-
se zur Ermittlung der fallenden Flanke soweit in Richtung des
Front-Porch-Bereiches schiebt, bis der gemessene Amplituden-
5 wert auf einen vorgegebenen Prozentsatz beispielsweise 50 %
des vorher ermittelten Amplitudenwertes, abfällt, wobei die-
ser Wert der Phase als Ort der fallenden Flanke zwischenge-
speichert wird.
-

Zusammenfassung

Verfahren und Einrichtung zum Nachstellen der Phase bei
Flachbildschirmen

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Nachstellen der Phase zwischen dem Pixeltakt einer Grafikkarte und dem Abtasttakt eines Flachbildschirmes mit einer analogen Schnittstelle in einem Flachbildschirm-Grafikkarte-

10

Rechner-System. Eine automatische Einstellung der Phase wird wiederholt durchgeführt. Dabei wird die steigende Flanke ei-

nes Videoimpulses eines ausreichend hellen Bildpunktes in der ersten Bildspalte neben dem Back-Porch-Bereich ermittelt. Die abfallende Flanke des Videoimpulses wird in einem ausreichend

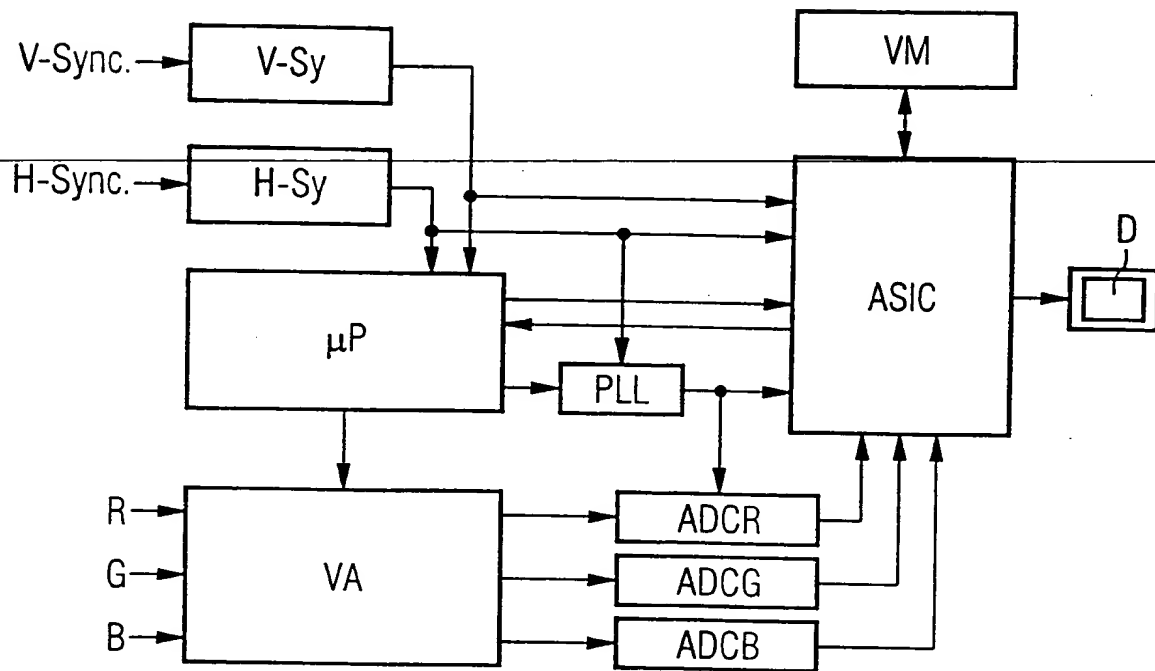
15

hellen Bildpunkt in der letzten Bildspalte neben dem Front-Porch-Bereich ermittelt und die Phase wird so eingestellt, daß der Abtastzeitpunkt in etwa in die Mitte zwischen der steigenden und der fallenden Flanke eines Videoimpulses gelegt wird.

20

Figur 5

FIG 1



2 / 3

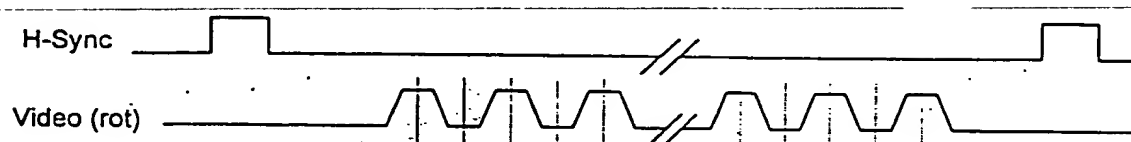


Fig: 1

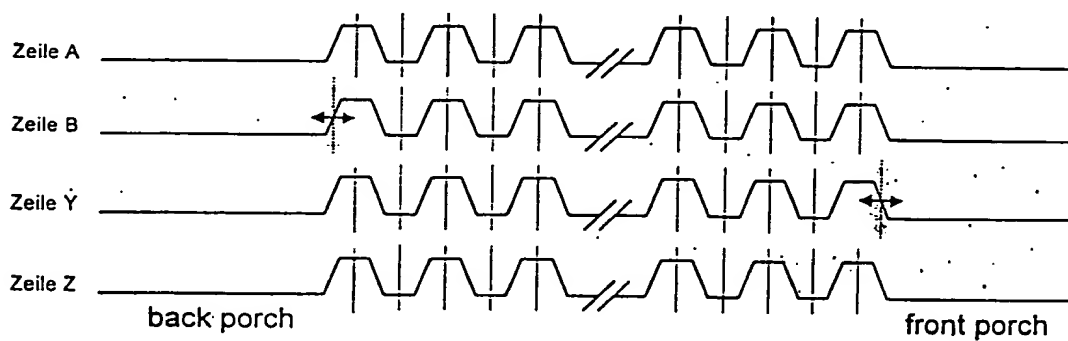


Fig: 3

FIG 4A

Schnelles Videosignal
mit Überschwinger

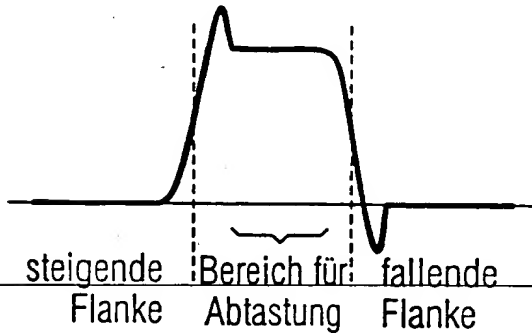


FIG 4B

Träges Videosignal

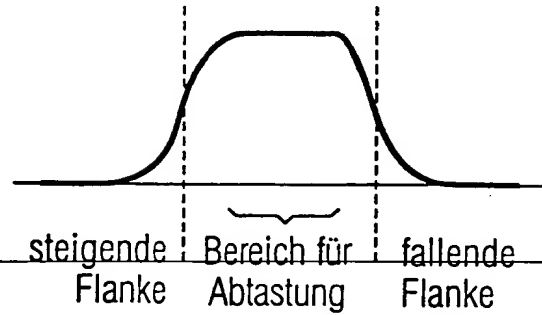


FIG 5

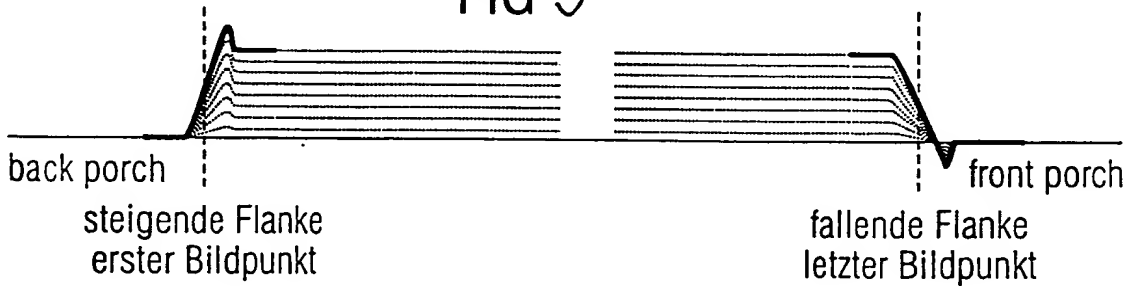


FIG 6A

Ideales Videosignal

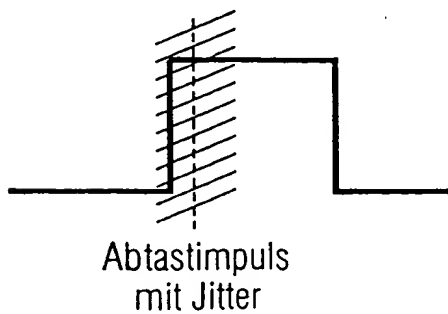


FIG 6B

Ideales Videosignal

